

## **Tata cara pengukuran kecepatan aliran pada uji model hidraulik fisik (UMH-Fisik) dengan alat ukur arus tipe baling-baling**





© BSN 2015

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN  
Email: [dokinfo@bsn.go.id](mailto:dokinfo@bsn.go.id)  
[www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)

Diterbitkan di Jakarta



## Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata .....	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi .....	1
4 Persyaratan pengukuran .....	2
5 Pengukuran kecepatan aliran .....	3
Lampiran A Contoh Formulir Isian .....	6
Lampiran B Gambar-gambar .....	7
Bibliografi .....	10
 Gambar B.1 – Contoh seperangkat alat ukur kecepatan.....	 7
Gambar B.2 – Contoh alat ukur arus tipe baling-baling.....	8
Gambar B.3 – Contoh pengukuran kecepatan .....	9
 Tabel A.1 Contoh hasil pengukuran kecepatan aliran .....	 6



## **Prakata**

Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang “Tata cara pengukuran kecepatan aliran pada uji model hidraulik fisik (UMH-Fisik) dengan alat ukur arus tipe baling-baling” merupakan revisi dari SNI 03-3408-1994 Metode pengukuran kecepatan aliran pada model fisik dengan alat ukur arus tipe baling-baling. Pelaksanaan revisi standar lebih ke arah penyempurnaan substansi yang didasarkan pengalaman pelaksanaan pengukuran kecepatan aliran pada UMH di laboratorium yang dilakukan pada 10 tahun terakhir ini.

Standar ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan dan panduan bagi pengelola laboratorium hidraulika dalam melaksanakan UMH-Fisik, sehingga hasil penyelidikan sesuai dengan kriteria atau spesifikasi yang ditetapkan.

Standar ini dipersiapkan oleh Komite Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subkomite Teknis 91-01-S1 Sumber Daya Air melalui Gugus Kerja Balai Sungai, dan telah dibahas dalam forum rapat konsensus oleh Subkomite Teknis Sumber Daya Air pada tanggal 11 Nopember 2013 yang melibatkan para narasumber, pakar dan instansi terkait serta telah melalui proses jajak pendapat tanggal 18 Juli 2014 sampai 16 Oktober 2014.





## Pendahuluan

Aliran air mempunyai gerakan yang sangat dinamis, sulit diramalkan sebelumnya, hal tersebut disebabkan banyak faktor yang mempengaruhi. Banyak kegagalan bangunan air disebabkan oleh kesalahan dalam mengantisipasi pengaruh gaya hidraulik terhadap bangunan.

Uji model hidraulik fisik (UMH-Fisik) adalah suatu usaha untuk dapat menirukan suatu kondisi hidraulik yang mungkin terjadi dalam skala kecil, dengan tujuan desain yang dilakukan dapat lebih tepat dan sesuai dengan perencanaan, sehingga kegagalan bangunan-bangunan air pasca konstruksi dapat dihindarkan.

Salah satu faktor penting dalam UMH-Fisik adalah pengukuran kecepatan aliran, karena kecepatan aliran adalah faktor utama dalam menentukan besar gaya hidraulik yang mungkin akan mempengaruhi bangunan. Karena itu pengukuran kecepatan aliran perlu mendapat perhatian khusus dalam uji model hidraulik fisik, agar hasil UMH-Fisik dapat optimal

Penyusunan tata cara ini dilandasi oleh ketiadaan metode pengukuran kecepatan aliran dalam penyelidikan model fisik, terutama dalam penggunaan alat ukur arus tipe baling-baling, dengan adanya standar ini diharapkan dapat digunakan oleh laboratorium hidraulika dalam UMH-Fisik.

Tata cara ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan dan panduan bagi pengelola laboratorium hidraulika dalam melaksanakan UMH-Fisik, sehingga hasil penyelidikan sesuai dengan kriteria atau spesifikasi yang ditetapkan.

Adapun keuntungan-keuntungan yang diperoleh dari pemakaian Tata cara pengukuran kecepatan aliran pada uji model hidraulik fisik (UMH-Fisik) dengan alat ukur arus tipe baling-baling adalah:

- a) Didapatnya keseragaman cara, sehingga memudahkan pelaksana lapangan;
- b) Didapatnya hasil pengukuran kecepatan aliran dengan tingkat kesalahan yang minimum.



## Tata Cara Pengukuran kecepatan aliran pada uji model hidraulik fisik (UMH-Fisik) dengan alat ukur arus tipe baling-baling

### 1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan cara mengukur kecepatan aliran pada uji model hidraulik fisik (UMH-Fisik) di laboratorium yang meliputi persyaratan dan pelaksanaan pengukuran dengan menggunakan alat ukur arus tipe baling-baling.

### 2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan standar ini.

SNI 8066:2015, *Tata cara pengukuran debit aliran sungai dan saluran terbuka menggunakan alat ukur arus dan pelampung.*

### 3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang digunakan dalam standar ini sebagai berikut:

#### 3.1

##### **alat duga tinggi**

alat untuk mengukur ketinggian di model.

#### 3.2

##### **aliran sub kritis**

aliran yang kecepatan alirannya lebih kecil dari kecepatan rambat gelombang, sehingga jika terjadi genangan perubahan di hilir akan mempengaruhi keadaan di hulu atau aliran yang nilai bilangan froude  $< 1$

#### 3.3

##### **counter recorder**

alat untuk mencatat putaran baling-baling.

#### 3.4

##### **debit model**

jumlah atau volume air yang mengalir di model persatuan waktu.

#### 3.5

##### **kecepatan aliran**

laju aliran air untuk menempuh lintasan air pada waktu tertentu

#### 3.6

##### **model fisik**

suatu bentuk tiruan dari keadaan sebenarnya berdasarkan skala yang ditentukan.

#### 3.7

##### **titik pengamatan kecepatan**

suatu titik yang mempunyai jarak terhadap permukaan air pada suatu jalur tegak.



**3.8****tipe baling-baling**

suatu alat untuk mengukur kecepatan aliran berdasarkan jumlah putaran baling-baling tiap satuan waktu.

**3.9****uji model hidraulik fisik (UMH-Fisik)**

pengujian hidraulik pada bangunan air dengan skala yang ditentukan.

**4 Persyaratan pengukuran**

Agar didapat hasil pengukuran yang baik kondisi saat pengukuran harus memenuhi persyaratan berikut.

**4.1 Data**

Data yang tersedia harus memenuhi persyaratan sebagai berikut.

- a) pada saat pengukuran, debit dan tinggi muka air tetap tidak berubah-ubah;
- b) gambar situasi dan penampang melintang;
- c) aliran sub kritis.

**4.2 lokasi penyelidikan**

Kondisi lokasi penyelidikan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut.

- a) Air harus cukup jernih, bebas dari bahan-bahan yang mengambang, dasar model terlihat jelas, dengan temperatur antara 20°C sampai dengan 35°C.
- b) Kecepatan angin yang menerpa muka air tidak boleh melebihi 0,50 m/s (lokasi terbuka).
- c) Kedalaman air yang diukur minimal 4 kali diameter baling-baling, sehingga baling-baling tidak terpengaruh pusaran arus dari dasar saluran. Penempatan baling-baling arah vertikal sesuai dengan kedalaman air (sub pasal 5.2.2).

**4.3 Peralatan pengukuran****4.3.1 Kelengkapan peralatan**

Peralatan yang digunakan harus memenuhi kelengkapan sebagai berikut:

- a) Alat ukur kecepatan aliran tipe baling-baling dilengkapi dengan:
  - 1) alat pencatat putaran baling-baling (*counter*) untuk mengetahui jumlah putaran tiap satuan waktu;
  - 2) perlengkapan seperti: alat penerangan, saklar/stop kontak, baterai/*aki*;
  - 3) alat micro, dengan diameter baling-baling  $\pm 2,50$  cm.
- b) Alat duga tinggi muka air dilengkapi dengan:
  - 1) batang duga yang dilengkapi nonius dalam skala milimeter dengan jarum yang mudah dipasang atau dilepas untuk mengukur elevasi muka air ;
  - 2) dua buah nivo tabung yang dilengkapi dengan sekrup-sekrup pengatur kedudukan alat agar horizontal;
  - 3) pemberat untuk mengatur keseimbangan batang duga.
- c) Meteran yang dipergunakan mempunyai skala milimeter laik pakai.

**4.3.2 Kondisi peralatan**

Peralatan pengukuran yang akan digunakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:



- a) Alat ukur kecepatan aliran harus dalam keadaan baik, angka dalam *counter display* harus sesuai dengan putaran baling-baling.
- b) Baling-baling dalam keadaan bersih dari kotoran yang akan menghambat putaran.
- c) Untuk menjaga ketelitian pengukuran, baling-baling setiap 3 kali penggunaan untuk UMH-Fisik, atau minimum 1 tahun sesudah digunakan pengukuran yang terakhir, harus dilakukan kalibrasi oleh institusi yang berwenang.

#### 4.4 Petugas dan penanggung jawab

Petugas dan penanggung jawab pengukuran harus mencantumkan nama, tanda tangan hari dan tanggal pengukuran pada formulir kerja dengan jelas.

Petugas pengukuran dan penanggung jawab pengukuran harus mempunyai kompetensi di bidang UMH-Fisik.

### 5 Pengukuran kecepatan aliran

#### 5.1 Tahapan pengukuran

Tahapan pengukuran kecepatan aliran, adalah sebagai berikut.

- a) Persiapan pengukuran:
  - 1) Siapkan dan rangkai alat penghitung putaran baling-baling, beserta perlengkapannya (lihat Gambar B.1 dan B.2, Lampiran B).
  - 2) Pasang alat ukur kecepatan aliran pada batang duga dan kunci dengan sekrup yang telah tersedia.
  - 3) Ikatkan benang halus pada ujung alat ukur kecepatan aliran untuk mengetahui arah aliran.
  - 4) Hubungkan dengan kabel, alat ukur kecepatan dengan alat pencatat putaran baling-baling.
  - 5) Apabila dipergunakan alat ukur kecepatan lebih dari satu, gunakan kotak pemindah arus listrik.
  - 6) Siapkan jembatan bantu untuk melakukan pengukuran.
  - 7) Siapkan formulir pengamatan, alat-alat tulis dan perlengkapan lain yang diperlukan.
  - 8) tentukan penampang melintang yang akan diukur kecepatannya.
  - 9) Rentangkan meteran pada penampang melintang yang akan diukur dan titik nol pada patok kiri.
  - 10) Tentukan jarak-jarak pengukuran ke arah melintang (lihat Gambar B.3, Lampiran B).
- b) Pelaksanaan pengukuran kecepatan aliran:
  - 1) Ukur kedalaman air dan tentukan titik-titik kedalaman yang akan diukur kecepatannya.
  - 2) Masukkan baling-baling pada lokasi dan kedalaman yang diinginkan, ukur dan catat pada formulir, kedalaman baling-baling terhadap muka air.
  - 3) Arahkan baling-baling melawan aliran dengan melihat benang yang dipasang, ukur dan catat pada formulir, sudut yang dibentuk oleh aliran terhadap penampang melintang pada formulir yang tersedia.
  - 4) Amati dan catat jumlah putaran baling-baling yang tertera pada alat pencatat, jika putaran baling-baling sudah stabil.
  - 5) Ulangi pengamatan dan pencatatan putaran baling-baling minimum tiga kali pengamatan sehingga diperoleh jumlah putaran yang mendekati.
  - 6) Ulangi butir 2) sampai dengan butir 5) dengan kedalaman sesuai metode pengukuran.
  - 7) Hitung besarnya kecepatan aliran dengan rumus 1 dan rumus 2 sampai dengan rumus 4 sesuai dengan kedalaman air.
  - 8) Lakukan pengukuran kecepatan aliran dengan cara yang sama dari butir 1) sampai dengan butir 7) sesuai yang diperlukan.



c) Didapat data hasil pengukuran kecepatan aliran.

## 5.2 Rumus yang dipergunakan

### 5.2.1 Perhitungan kecepatan aliran.

Kecepatan aliran didapat dari banyaknya putaran baling-baling dalam waktu tertentu. Rumus yang dipergunakan dalam pengukuran kecepatan aliran ini

$$v = a.N + b \quad (1)$$

Keterangan:

$v$  adalah kecepatan aliran (m/s)

$N$  adalah jumlah putaran baling-baling per detik

$a$  adalah koefisien

$b$  adalah tetapan kecepatan awal

catatan:

nilai  $a$  dan  $b$  adalah sesuai dengan spesifikasi/kalibrasi alat yang digunakan

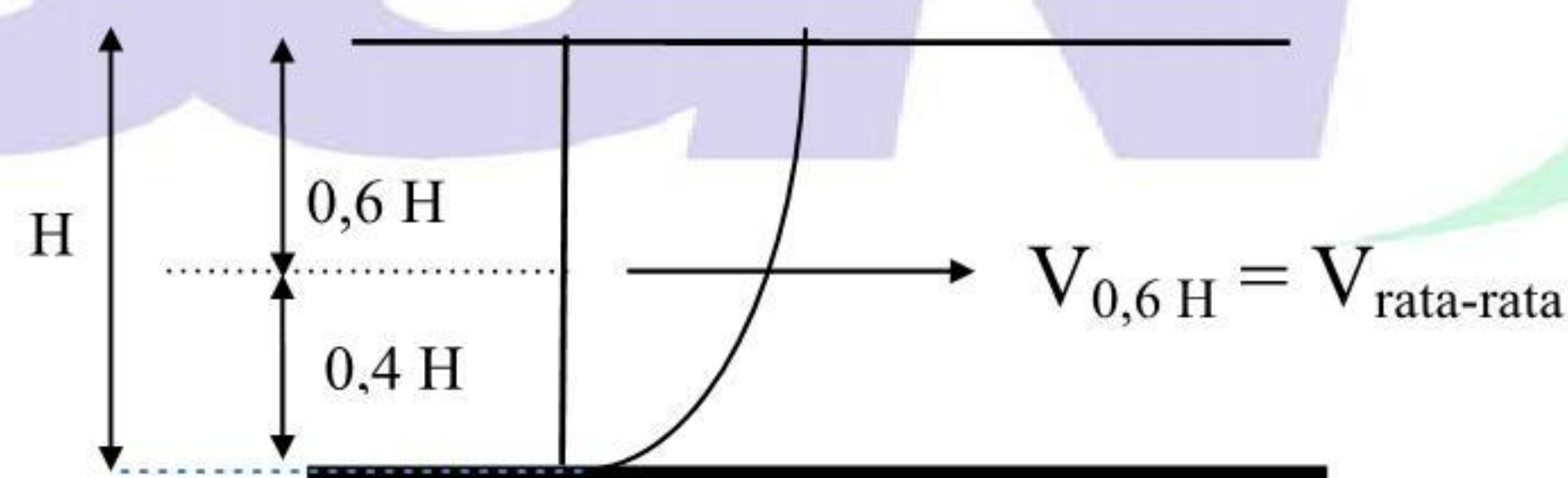
### 5.2.2 Perhitungan kecepatan aliran rata-rata bidang vertikal

Perhitungan kecepatan aliran rata-rata bidang vertikal, tergantung dari kedalaman air dan penempatan baling-baling terhadap muka air. Untuk menentukan kecepatan rata-rata aliran, dapat memakai metode-metode seperti di bawah ini:

#### a) metode satu titik

Dipakai jika kedalaman air ( $H$ ) kurang dari 4 kali diameter baling-baling. Baling-baling *current meter* diletakkan pada  $0,4H$  dari dasar ( $0,6H$  dari muka air).

$$V_{\text{rata-rata}} = V_{0,6H} \quad (2)$$

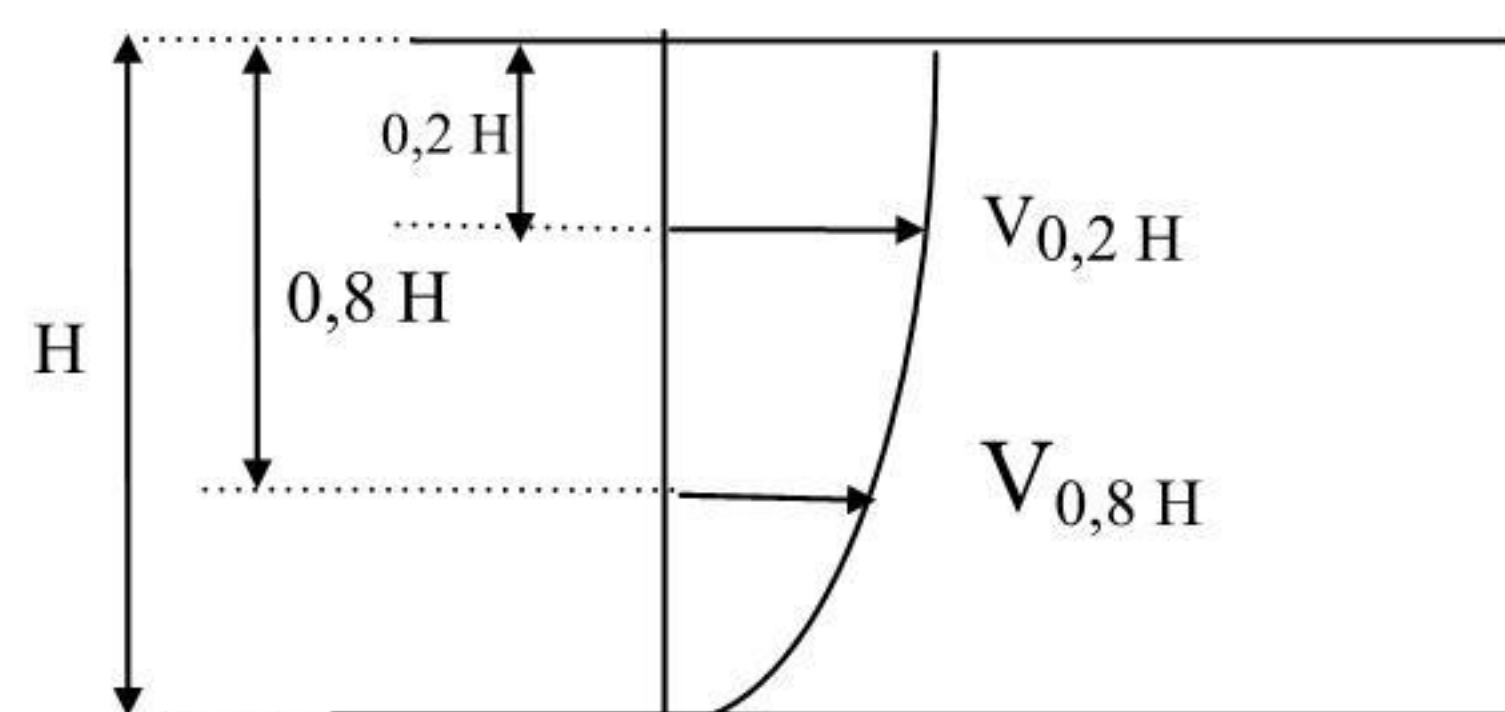


Gambar 1 – Pengukuran kecepatan air metode satu titik

#### b) Metode dua titik

Dipakai jika kedalaman air lebih besar dari 5 kali diameter baling-baling. Baling-baling *current meter* diletakkan pada  $0,2 H$  dan  $0,8 H$  dari muka air.

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{V_{0,2H} + V_{0,8H}}{2} \quad (3)$$



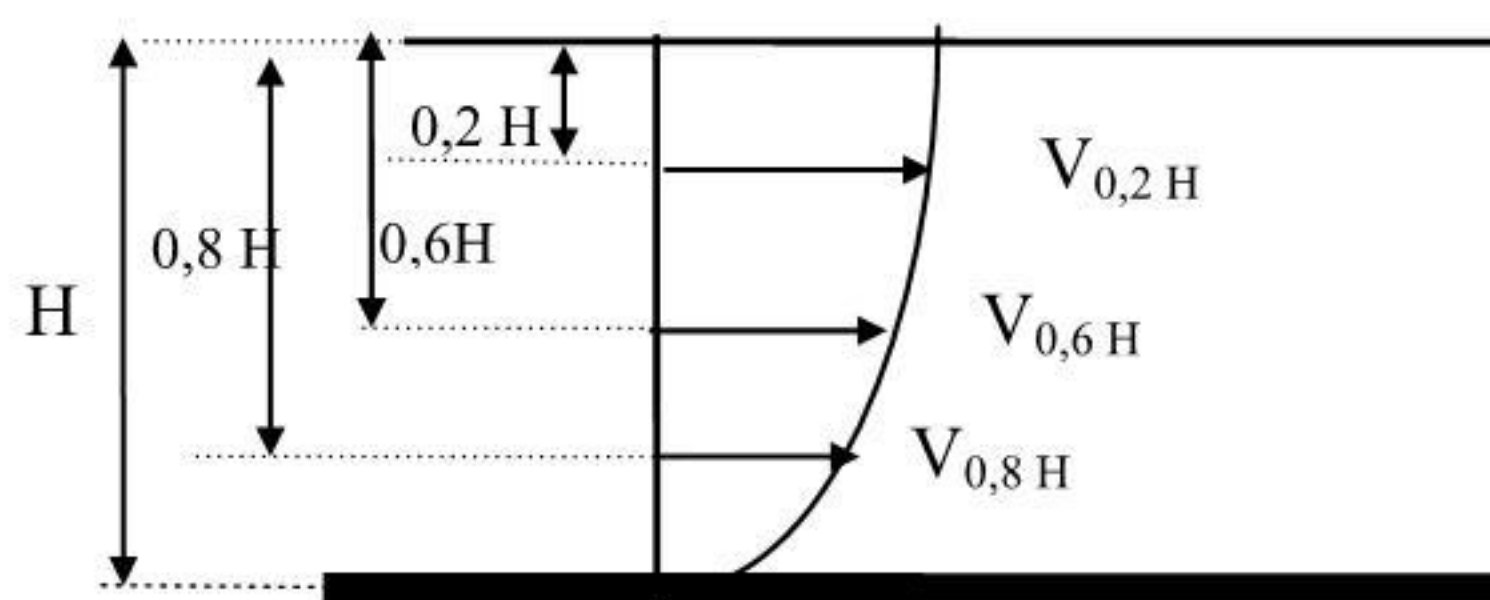
Gambar 2 – Pengukuran kecepatan air metode dua titik



**c) Metode tiga titik**

Metode ini biasa dipakai karena mudah, cepat dan cukup teliti. Dipakai jika kedalaman air lebih besar dari 6 kali diameter baling-baling.

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{V_{0,2H} + 2V_{0,6H} + V_{0,8H}}{4} \quad (4)$$



**Gambar 3 – Pengukuran kecepatan air metode tiga titik**

**6 Laporan**

Hasil pengukuran kecepatan aliran dengan alat ukur arus tipe baling-baling dilaporkan dalam bentuk gambar dan formulir seperti contoh dalam Lampiran A, memuat:

- nama model, skala model, seri percobaan, debit prototipe, debit model, hari dan tanggal, serta cuaca;
- nomor penampang, pembacaan dari tepi air kiri atau kanan, besarnya kecepatan, pembagian kecepatan, sudut aliran;
- nama petugas dan penanggung jawab disertai tanda tangan yang jelas.



**Lampiran A**  
(informatif)  
**Contoh formulir isian**

Nama Model : Bengawan Solo –Bojonegoro  
 Skala Model : H = 1 : 100 V = 1 : 50  
 Seri : 1 (satu)  
 Debit Prototipe : 1450 m<sup>3</sup>/s Debit Model : 29,40 lt/s  
 Keadaan Cuaca : Cerah Nomor Baling-baling : 134 Rumus baling-baling :  $V = 1,472 N + 1,7 \text{ cm/s}$

**Tabel A.1 Contoh hasil pengukuran kecepatan aliran**

No. Profil	h/H	Pembacaan 10 detik			N/s	Kec. di model cm/s	Jarak	Sudut	Tepi air	
		I	II	III					Kanan	Kiri
P.4	0,6	139	140	141	14,0	22,31	2,80	90°	1,00	4,75
	0,2	116	115	117	11,6	18,77	4,40	90°		
	0,6	140	139	141	14,0	22,31		90°		
	0,8	139	138	140	13,9	22,16		90°		
	0,2	169	170	168	16,9	26,58	4,00	95°		
	0,6	210	209	211	21,0	32,61		95°		
	0,8	205	205	205	20,5	31,88		95°		
	0,2	220	220	223	22,1	34,23	3,95	100°		
	0,6	270	270	270	27,0	41,44		100°		
	0,8	260	261	256	25,9	39,82		100°		
	0,2	250	251	249	25,0	38,50	4,50	95°		
	0,8	195	198	195	19,6	30,55		95°		
	0,2	237	237	237	23,7	36,58	4,75	100°		
	0,6	248	247	249	24,8	38,21		100°		
	0,8	264	264	268	26,5	40,71		100°		
	0,2	265	268	268	26,7	41,00	4,00	95°		
	0,8	115	117	116	11,6	18,78		95°		

Catatan: h adalah kedalaman as *current meter*. H adalah kedalaman perairan.

Penanggung Jawab

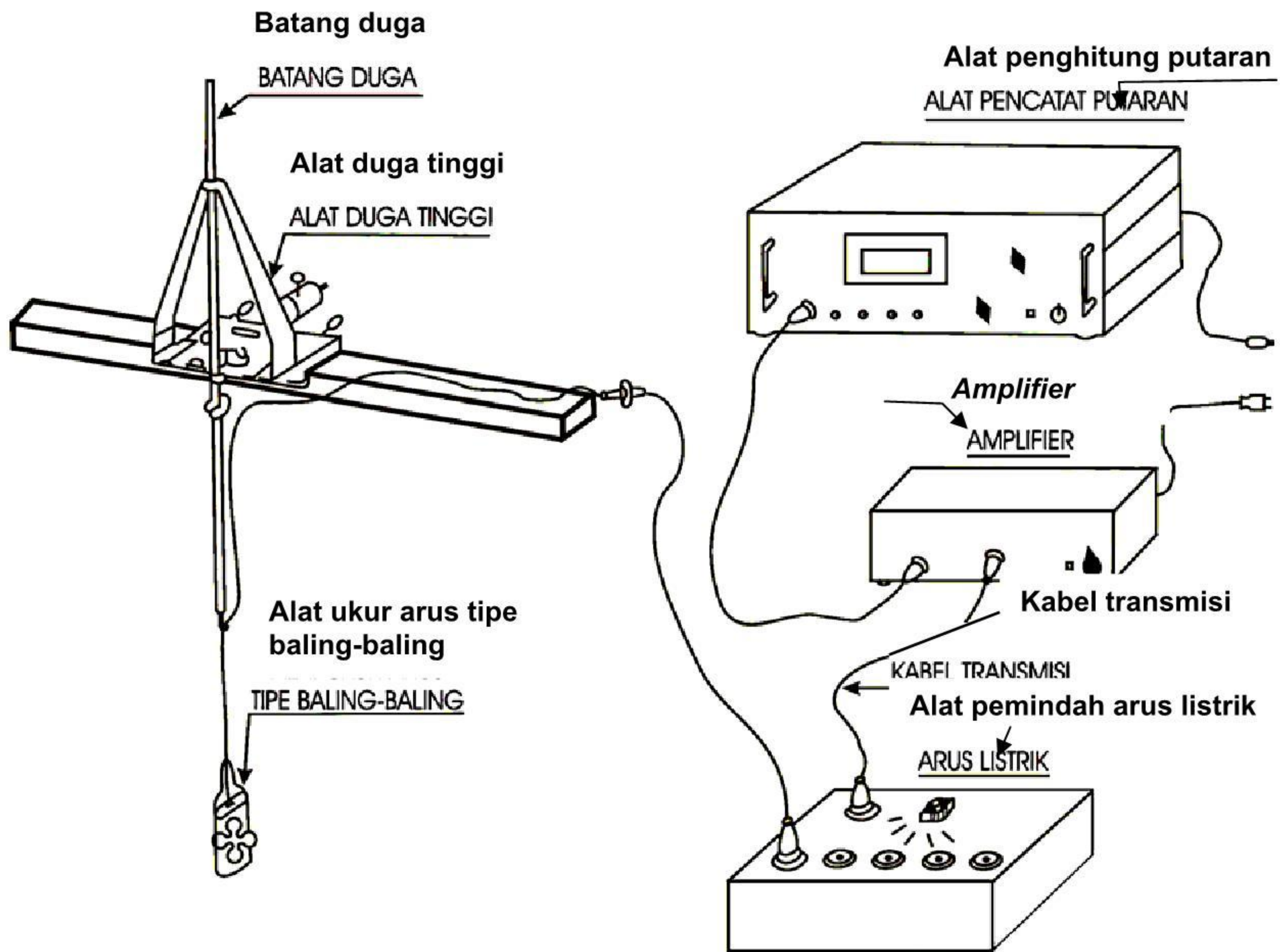
  
M. Umar Santoso, ST

Juru Ukur

  
Larsono

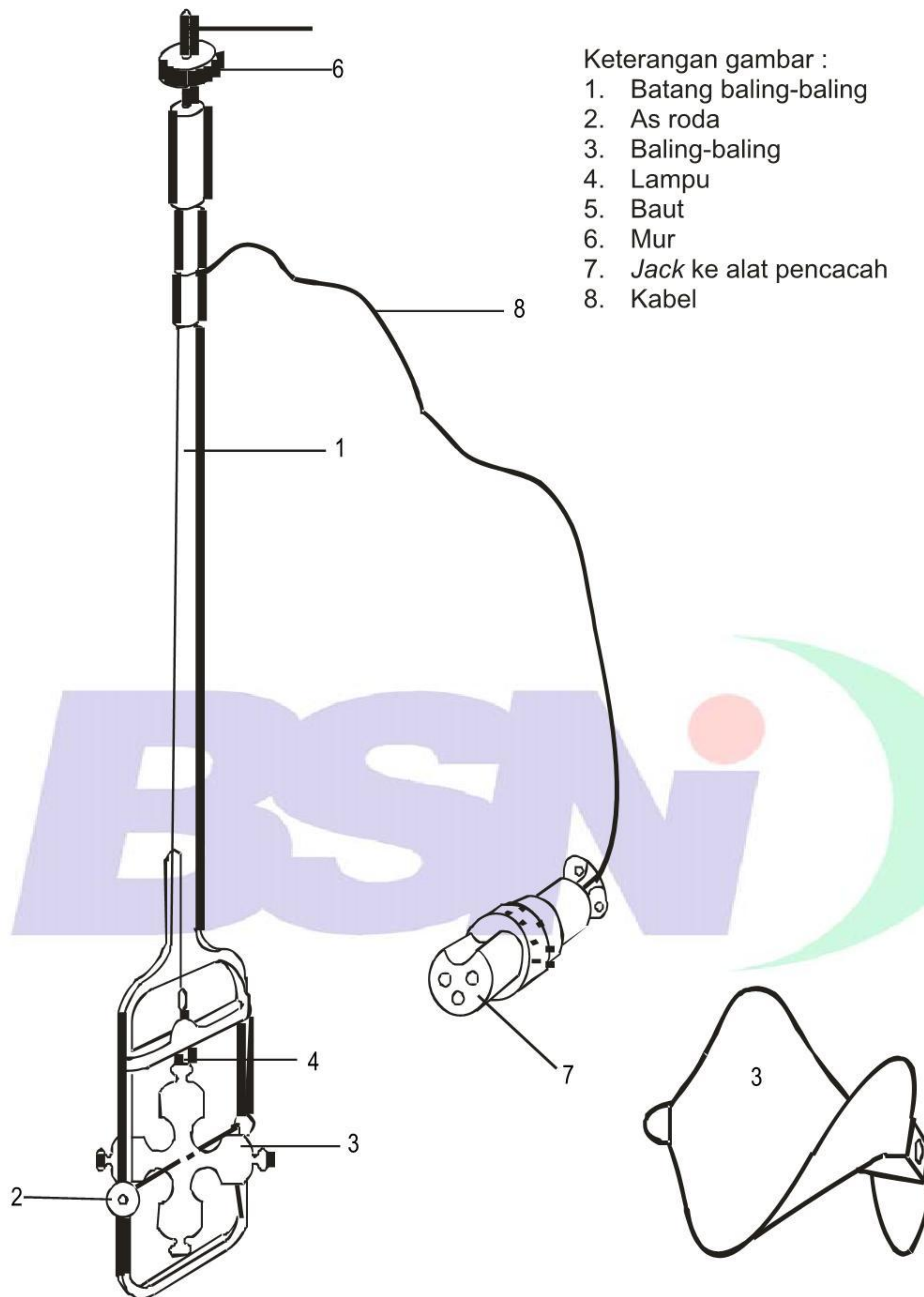


**Lampiran B**  
(informatif)  
**Gambar-gambar**



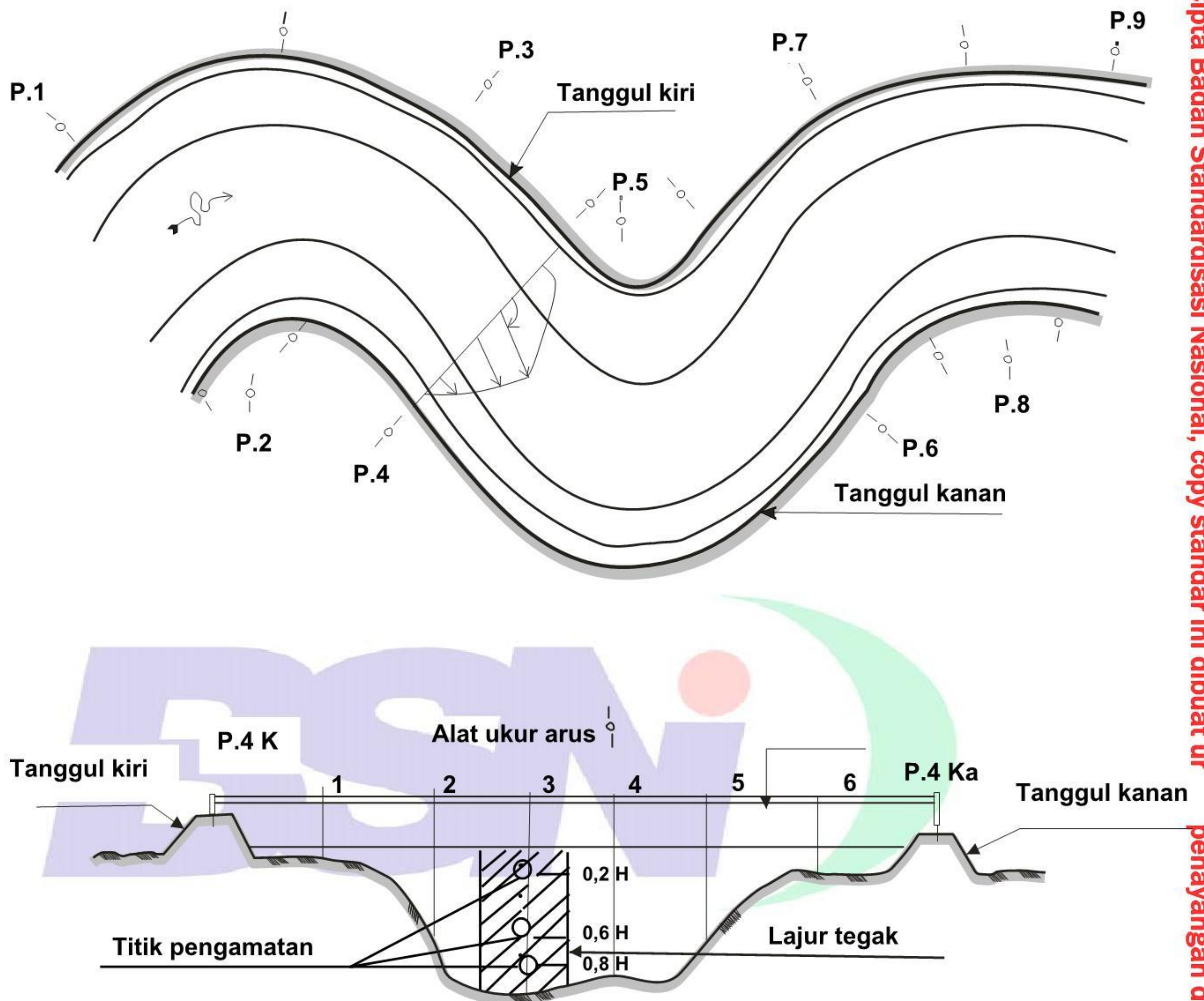
**Gambar B.1 – Contoh seperangkat alat ukur kecepatan**





**Gambar B.2 – Contoh alat ukur arus tipe baling-baling**





Gambar B.3 – Contoh pengukuran kecepatan



## Bibliografi

SNI 03-3408-1994, *Tata cara pengukuran kecepatan aliran pada model fisik dengan alat ukur arus tipe baling-baling.*

